

论著·临床研究

全身麻醉药物预防术中阴茎异常勃起的临床研究^{*}

蒲伟杰¹, 文 静², 欧媛媛², 陈 杨², 杨沁岩^{2△}

(1. 重庆理工大学药学与生物工程学院, 重庆 400054; 2 重庆理工大学附属中心医院麻醉科, 重庆 400054)

[摘要] **目的** 探讨不同全身麻醉药物诱导方法预防术中阴茎异常勃起(IPE)的效果。**方法** 将拟行全身麻醉的择期尿道管内镜检查术及留置导尿的男性患者[美国麻醉医师学会(ASA)Ⅰ~Ⅱ级]300例,采用随机数字表法将其分为丙泊酚组(A组, $n=100$)、瑞马唑仑组(B组, $n=100$)和依托咪酯组(C组, $n=100$)。3组分别给予丙泊酚 2 mg/kg、瑞马唑仑 0.3 mg/kg 及依托咪酯 0.3 mg/kg 治疗,均复合相同剂量的 0.3 μ g/kg 舒芬太尼和 0.6 mg/kg 罗库溴铵用于麻醉诱导。观察麻醉诱导后 IPE 的发生率,记录所有患者术中生命体征变化情况。**结果** 3组患者麻醉诱导前后 HR、MAP 指标比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。与 A、B 组比较, C 组患者 IPE 发生率较低[1.00%(1/100)],差异均有统计学意义($P<0.05$); A 组与 B 组比较[7.00%(7/100) vs. 8.00%(8/100)],差异无统计学意义($P>0.05$); 3 组麻醉诱导前后血流动力学稳定, C 组比 A 组不良反应发生率更低,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 依托咪酯麻醉诱导对预防 IPE 发生优于瑞马唑仑和丙泊酚。

[关键词] 术中阴茎勃起; 全身麻醉; 麻醉药物; 预防; 术中并发症

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.07.018

中图法分类号:R614.2

文章编号:1009-5519(2025)07-1618-04

文献标识码:A

Clinical study of general anesthetics in the prevention of intraoperative penile erection^{*}

PU Weijie¹, WEN Jing², OU Yuanyuan², CHEN Yang², YANG Qinyan^{2△}

(1. School of Pharmacy and Bioengineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China; 2. Department of Anesthesiology, Central Hospital Affiliated to Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effect of different general anesthesia drug induction methods on prevention of intraoperative penile erection (IPE). **Methods** A total of 300 male patients scheduled for elective urethral endoscopy and indwelling catheterization under general anesthesia (American Society of Anesthesiologists [ASA] I - II) were randomly assigned using a random number table to three groups: the propofol group (Group A, $n=100$), the remimazolam group (Group B, $n=100$), and the etomidate group (Group C, $n=100$). Each group received propofol 2 mg/kg, remimazolam 0.3 mg/kg, and etomidate 0.3 mg/kg, respectively, combined with the same doses of 0.3 μ g/kg sufentanil and 0.6 mg/kg rocuronium for anesthesia induction. The incidence of IPE after anesthesia induction was observed, and changes in vital signs during surgery were recorded for all patients. **Results** Compared with group A and group B, there were no statistically significant differences in HR and MAP before and after anesthesia induction among the three groups ($P>0.05$). However, when comparing Groups A and B, the incidence of IPE [1.00%(1/100)] was lower in Group C, with statistically significant differences ($P<0.05$). There were no statistically significant differences between Groups A and B [7.00%(7/100) vs. 8.00%(8/100)] ($P>0.05$). Hemodynamic stability was maintained before and after anesthesia induction in all three groups, and the incidence of adverse reactions was lower in Group C than in Group A, with statistically significant differences ($P<0.05$). **Conclusion** Etomidate anesthesia induction is superior to remazolam and propofol in preventing the occurrence of IPE, which is worthy of clinical reference and promotion.

[Key words] Intraoperative penile erection; General anesthesia; Narcotic drug; Prevention; Intraoperative complications

^{*} 基金项目:重庆市巴南区科技计划项目(SHSY2022-50)。

作者简介:蒲伟杰(1996—),在读硕士研究生,主要从事临床药物的研究。△ 通信作者, E-mail:1521969551@qq.com。

网络首发 <https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250619.1110.009>

泌尿外科经尿道微创手术开展日渐增多,全身麻醉诱导后会出现术中阴茎异常勃起(IPE),其发生率约 2.4%,与麻醉药物有关^[1-2]。一旦出现 IPE,会影响泌尿科内镜等器械的插入,强行操作可能引起尿道损伤、出血及其他严重并发症。临床上常使用冷敷、加深麻醉、血管活性药物或阴茎被神经阻滞等方法消除 IPE,然而目前尚无最有效的方法,且可能存在药物不良反应和阴茎损伤等风险^[2]。处理消除 IPE 耽误手术时间,甚至取消手术,故对预防全身麻醉中 IPE 发生的研究显得尤为重要,但目前此方面研究很少^[3-5]。本研究拟通过比较常用的 3 种麻醉诱导方法 IPE 的发生率,探索麻醉诱导方法对 IPE 的影响,为预防 IPE 的发生提供临床参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取重庆理工大学附属中心医院 2022 年 12 月至 2023 年 12 月行全身麻醉的泌尿外科手术或需要导尿的男性手术患者 300 例作为研究对象。按随机数字表法将其分为丙泊酚组(A 组)、瑞马唑仑组(B 组)、依托咪酯组(C 组)3 组,每组 100 例。3 组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1。纳入标准:择期手术,全身麻醉;年龄 18~60 岁;美国麻醉医师学会(ASA)分级Ⅰ或Ⅱ级,体质指数(BMI) 16.0~39.2 kg/m²。排除标准:(1)合并糖尿病、高血压、代谢综合征、泌尿系统疾病者;(2)既往存在勃起功能异常病史者(阳痿等)长期服用药物有阴茎异常勃起者;(3)存在阴茎局部用药及有外伤史者;(4)存在涉及药物过敏史者。本研究经重庆理工大学附属中心医院伦理委员会审核批准(批号:2022001),在所有患者充分了解参加此次研究的利弊后,征得患者同意并签署知情同意书。

表 1 3 组患者一般资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)
A 组	100	44.88±10.87	25.22±3.22
B 组	100	43.60±12.19	25.37±5.20
C 组	100	43.06±11.64	24.90±4.02
<i>F</i>	—	0.645	0.320
<i>P</i>	—	0.525	0.726

注:—表示无此项。

1.2 方法

1.2.1 麻醉方法 所有患者术前禁食、禁水,无术前用药,待进入手术室建立外周静脉通路后,给予一次性麻醉面罩吸氧(呼吸回路与接头连接 Drager primus 型麻醉机供氧,氧流量为 4 L/min),连接心电监护仪(迈瑞 N15),持续监测心率(HR)、血压(BP)、血氧饱和度(SPO₂)等生命体征。A、B、C 3 组分别采用静脉注射丙泊酚 2 mg/kg(广东嘉博制药有限公司,批号:5A220204)、瑞马唑仑 0.3 mg/kg(宜昌人福药业有限责任公司,批号:20T0409,稀释 1 mg/mL,>

1.5 min 静脉推注)^[6]、依托咪酯 0.3 mg/kg(江苏恩华药业,批号:YT220415),3 组均复合舒芬太尼 0.3 μg/kg 与罗库溴铵 0.6 mg/kg 完成全身麻醉诱导,观察和记录的麻醉医师不知晓具体的麻醉诱导药物。麻醉诱导插管后常规消毒、铺巾、置入泌尿科内镜或导尿管。采用七氟烷和瑞芬太尼静吸复合维持术中麻醉,当患者术中平均动脉压(MAP)<70 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)或低于基础值的 25%,HR<50 次/分时分别静脉注射予麻黄碱 3~10 mg、阿托品 0.3~0.5 mg 对症处理。当术中出现 IPE 时,停药观察,静脉注射右美托咪定(0.5 μg/kg)或咪达唑仑加深麻醉,无效缓解给予去氧肾上腺等血管活性药物或采用 2%盐酸利多卡因 5 mL 行阴茎背神经阻滞术^[7]等治疗。术毕停药带管送入麻醉恢复室(PACU)监护,记录睁眼、拔管、手术时间和苏醒时间。

1.2.2 观察指标 记录 3 组在麻醉诱导后即刻会阴部消毒、置内镜或导尿操作时阴茎勃起的程度分级(EHS)^[8-9]:1 级,阴茎增大但不硬;2 级,阴茎硬但硬度不足以插入;3 级,阴茎勃起角>90°(阴茎勃起后与躯体形成的角度即勃起角),但不完全坚硬,器械插入困难;4 级,阴茎勃起角>90°,阴茎完全坚硬并坚挺,器械无法插入^[9],3 级和 4 级有临床意义,定义为 IPE 阳性,反之为阴性。观察 3 组麻醉诱导前后的 HR、MAP 等参数变化(诱导后时间统一选取给药后的 3 min);记录手术时间及术后麻醉苏醒时间,观察有无苏醒后恶心呕吐及意识障碍等不良反应发生,计算不良反应发生率。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析,连续变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 Levene 检验每组数据的方差齐性。按 $\alpha=0.05$ 检验水准, $P<0.05$,说明方差不齐。符合正态分布且方差齐性的数据,采用 *F* 检验进行组间比较;方差不齐则采用校正了的 *F* 检验。计数资料以 [*n*(%)]表示,采用 χ^2 检验,对单元格频数 1≤*T*≤5,采用连续性校正 χ^2 检验与 Fisher 确切概率法精确分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者麻醉诱导前后 HR、MAP 生命体征变化 3 组患者麻醉诱导前后 HR、MAP 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 3 组患者诱导前后 HR、MAP 指标变化比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	HR(次/分)		MAP(mm Hg)	
		麻醉诱导前	麻醉诱导后	麻醉诱导前	麻醉诱导后
A 组	100	75.74±13.78	75.04±13.20	98.03±12.29	87.41±12.25
B 组	100	75.91±13.55	79.50±13.31	98.22±12.21	90.13±14.37
C 组	100	77.22±14.32	77.85±16.40	93.38±13.57	89.55±14.63
<i>F</i>	—	0.340	2.250	4.625	1.079
<i>P</i>	—	0.712	0.107	0.121	0.341

注:—表示无此项。

2.2 3 组麻醉方法对 IPE 发生率的影响 与 A、B 组比较, C 组 IPE 发生情况较低, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 而 A、B 组 IPE 发生情况比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 3。

表 3 3 组 IPE 发生情况比较[n(%)]			
组别	n	阴性	阳性
A 组	100	93(93.00)	7(7.00)
B 组	100	92(92.00)	8(8.00)
C 组	100	99(99.00) ^a	1(1.00) ^a
χ^2	—	0.072	4.688
P	—	0.788	0.030

注:—表示无此项;与 A、B 组比较, ^a $P<0.05$;单元格频数 $1\leq T\leq 5$, 用连续性校正卡方检验; $P\approx 0.05$, Fisher 精确检验, 3 组 IPE 发生率 $P<0.05$ 。

2.3 3 组患者不良反应发生率比较 3 组中仅 A 组与 C 组患者发生注射部位疼痛, 且与 A 组相比, C 组注射部位疼痛、术中窦性心动过缓与低血压等不良反应发生率更低, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 此外, 3 组在恶心呕吐等其他不良反应发生率方面比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 4。

表 4 3 组患者不良反应发生情况比较[n(%)]					
不良反应	A 组 (n=100)	B 组 (n=100)	C 组 (n=100)	χ^2	P
注射部位疼痛	29(29.0)	0(0.0)	3(3.0) ^a	25.149	<0.001
窦性心动过缓	10(10.0)	4(4.0)	2(2.0) ^a	4.031	0.017
低血压	8(8.0)	3(3.0)	1(1.0) ^a	4.188	0.041
恶心呕吐	1(1.0)	2(2.0)	3(3.0)	1.020	0.600
苏醒延迟	1(1.0)	6(6.0)	3(3.0)	3.931	0.140
肌阵挛	4(4.0)	2(2.0)	6(6.0)	2.083	0.353

注:与 A 组比较, ^a $P<0.05$ 。

3 讨 论

目前, 术中阴茎勃起的预防性研究不多, 具有一定局限性, 孙成成等^[4]发现全身麻醉诱导前泵注 $1\mu\text{g/kg}$ 右美托咪定可预防导尿过程中阴茎勃起; 另一项仅 25 例样本量的研究认为, 麻醉诱导时静脉注射 1mg/kg 的氯胺酮可预防 IPE^[5]; 还有一项随机对照研究发现, 丙泊酚比氟烷更有效地预防尿道手术中阴茎勃起^[3]。目前, 全身麻醉诱导后发生 IPE 的确切机制尚不明确, 可能是支配阴茎的交感神经和副交感神经系统平衡的紊乱所致, 当麻醉深度不够时, 副交感神经反射弧未能完全阻断, 皮肤消毒和仪器操作刺激阴茎可以激活骶副交感神经通路, 从而导致阴茎异常勃起^[1,10]。除上述生理机制外, 心理因素也会影响 IPE 的发生, 听到手术室护士说话声音和嗅觉等的心理刺激均会引起 IPE 发生^[1,11]。本研究表明, 丙泊酚

组和瑞马唑仑组比依托咪酯组麻醉后 IPE 发生率高, 与文献^[3]结果不一致, 可能是对照药物不同有关, 然而丙泊酚与阴茎异常勃起有较大关系^[12]。丙泊酚组发生 IPE 可能是自主神经系统失衡导致副交感神经活动增加的结果。另外, 性幻觉和阴茎平滑肌张力降低均有可能是丙泊酚引发 IPE 的因素, 其分子机制可能与能影响一氧化氮介导, 通过电压依赖性钙通道的跨膜钙通量的改变, 从而降低了海绵体平滑肌张力, 平滑肌松弛, 阴茎血流量增加而诱发勃起^[11-14]。作为一种新型的超短效苯二氮草类药物, 瑞马唑仑比咪达唑仑具有更强的镇静作用和更快的恢复功能^[15]。考虑到其安全性和有效性, 本研究中瑞马唑仑全身麻醉诱导量为 0.3mg/kg ^[6], 然而 B 组为 3 组中 IPE 发生率最高, 8 例术中阴茎勃起患者中 6 例在静脉注射 $0.5\mu\text{g/kg}$ 右美托咪定结合加深麻醉后勃起消退。LOHMER 等^[16]研究表明, 瑞马唑仑合适的诱导方案是泵注剂量为 $6\sim 12\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$, 故本研究该剂量下麻醉深度不足, 手术操作刺激和心理因素导致了 IPE 的发生, 然而临床快速通道麻醉诱导中持续泵注药物可控性差。本研究中依托咪酯 IPE 发生最少, 依托咪酯乳剂较丙泊酚不良反应发生率更低, 无注射丙泊酚时的注射痛, 依托咪酯比丙泊酚对血流动力学的影响更小, 可安全用于健康成人的麻醉诱导^[17]; 用药前应用少量阿片类药物、苯二氮草类药物、利多卡因或预注小剂量依托咪酯可有效减少肌阵挛的发生^[18], 是预防 IPE 发生较为理想的麻醉诱导镇静药物。

本研究 IPE 的发生率为 5.3% ($16/300$), 其可能原因是本研究 EHS 分级在 3 级以上均定义为 IPE 阳性, 而其他研究中可能是无法手术操作的 EHS 4 级, 本研究若 IPE 定义为 EHS 4 级, 则发生率为 2.7% ($8/300$), 与以往文献相近^[1-2]。未监测 3 组的麻醉深度, 是本研究不足之处; 同时考虑到本研究的样本量可能偏少, 导致结果存在一定的偏倚, 应进行多中心研究, 后续将通过收集相关数据来对咪达唑仑等其他麻醉药物和麻醉方法对预防 IPE 的效果进行更深入的研究。

综上所述, 在常见的全身麻醉诱导药物中, 依托咪酯的麻醉诱导方法在预防经尿道泌尿外科手术发生 IPE 方面较为理想, 此方案值得推广。

参考文献

[1] HODA W, XESS P, KUMAR M, et al. Successful management of intraoperative priapism under general anesthesia during transurethral surgery - a case series with review of its management[J]. Anesthes, 2022, 16(1): 177-180.

[2] GRAY M, VASDEV N, GOWRIE-MOHAN S, et al. The

management of unplanned erection during endoscopic urological Surgery[J]. *Current Urol*, 2017, 10(3):113-117.

[3] ABBASI H R, BEN RAZAVI S S, HAJIESMAEILI M R, et al. Unwanted intraoperative penile erection during pediatric hypospadias repair comparison of propofol and halothane[J]. *Urol J*, 2013, 10(3):988-992.

[4] 孙成成, 楼群兵, 李军. 右美托咪定预防全身麻醉后导尿患者阴茎勃起和苏醒期膀胱刺激征[J]. *医学研究杂志*, 2017, 46(8):157-159.

[5] ARNOLD S G. Ketamine prevention of penile turgescence [J]. *JAMA*, 1972, 219 (12):1629.

[6] SHENG X, LIANG Y, YANG X Y, et al. Safety, pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of single ascending dose and continuous infusion of remimazolam besylate in healthy Chinese volunteers[J]. *Eur J Clin Pharmacol*, 2020, 76(3):383-391.

[7] 万里, 王勇, 王树斌, 等. 利多卡因阴茎局部神经阻滞麻醉治疗全身麻醉后阴茎异常勃起效果研究[J]. *重庆医学*, 2022, 51(13):2263-2266.

[8] AKYA M, NAVID L, BOLE R, et al. (352) Erection Hardness Score (EHS) correlates with resistive index but not cavernosal artery dilation during penile doppler for erectile dysfunction and Peyronie's disease[J]. *J Sex Med*, 2023, 20 (Suppl 1):S223-237.

[9] 杨立军, 谢建军. 两种方法防治泌尿外科手术中阴茎勃起治疗体会[J]. *宁夏医学杂志*, 2018, 40(5):453-455.

[10] STAERMAN F, NOURI M, COEURDACIER P, et al. Treatment of the intraoperative penile erection with intravenous phenylephrine[J]. *J Urol*, 1995, 153(5):1478-1481.

[11] SAVOIE C, RAJANNA V, KHANDHAR P. Propofol-associated priapism in a prepubescent pediatric patient [J]. *Glob Pediatr Health*, 2019, 6:2333794X19859731.

[12] KUC A J, MAŁGORZATA KUBI D, KRZYZAK K, et al. Propofol and priapism. how much risk is there-current literature review[J]. *Emerg Med Serv*, 2022, 9 (3):126-130.

[13] KIMI S, SHAUNTA * D M, ELLEN KOZLOWSKI A. Propofol-induced priapism, a case confirmed with rechallenge[J]. *Ann Pharmacoth*, 2006, 40 (5):980-982.

[14] STAERMAN F, MELMAN A, SPEKTOR M, et al. On the putative mechanistic basis for intraoperative propofol-induced penile erection[J]. *Int J Impot Res*, 1997, 12(9):1-9.

[15] 旷光华, 徐伟, 夏瑞. 瑞马唑仑的应用现状及其研究进展 [J]. *实用医学杂志*, 2022, 38(13):1695-1700.

[16] LOHMER L L, SCHIPPERS F, PETERSEN K U, et al. Time-to-event modeling for remimazolam for the indication of induction and maintenance of general anesthesia [J]. *J Clin Pharmacol*, 2020, 60(4):505-514.

[17] 刘春东, 杨文超. 比较依托咪酯与丙泊酚诱导全身麻醉在剖宫产术中的应用[J]. *中国现代医学杂志*, 2017, 27(8):122-127.

[18] 依托咪酯临床应用指导意见专家组. 依托咪酯临床应用指导意见(2023 版)[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2024, 45 (3):225-232.

(收稿日期:2024-11-11 修回日期:2025-03-15)

(上接第 1617 页)

[11] 李素芝, 高钰琪, 黄跃, 等. 高原疾病学[M]. 2 版. 北京:人民卫生出版社, 2015:99.

[12] 张西洲, 崔建华, 王宏运, 等. 驻喀喇昆山和西藏阿里某部队高原红细胞增多症发病率调查[J]. *高原医学杂志*, 2007, 17(1):58-60.

[13] 刘晓宇, 王巍. 高海拔地区体检职工 B 超诊断脂肪肝的分析[J]. *中国医学创新*, 2009, 6(12):105-106.

[14] 国家统计局. 第七次全国人口普查公报[EB/OL]. (2021-05-11) [2024-11-02]. https://www.gov.cn/guoqing/2021-05/13/content_5606149.htm.

[15] 石应康, 王辰. 中国肺血栓栓塞症流行病学特征及诊治现状[J]. *中华医学杂志*, 2010, 90(11):731-733.

[16] 格日力. 高原医学[M]. 2 版. 北京:北京大学医学出版社, 2020:221-228.

[17] 戚伟, 刘盛和, 周亮. 青藏高原人口地域分异规律及“胡焕庸线”思想应用[J]. *地理学报*, 2020, 75(2):255-267.

[18] 赵彤彤, 宋邦国, 陈远生, 等. 西藏一江两河地区人口分布与地形要素关系分析[J]. *地球信息科学学报*, 2017, 19 (2):225-237.

[19] 刘翠景, 靳占义, 万岳恒, 等. 急性肺栓塞患者发病与季节变化的关系分析[J]. *中国河北医药*, 2020, 42(23):3543-3546.

[20] 次丹卓玛, 次旺, 肖卓靖, 等. 1981—2022 年西藏平均最高、最低气温的时空变化特征[J]. *西藏科技*, 2023, 45 (12):52-56.

[21] 李南方, 王辰, 陈晓平, 等. 肺血栓栓塞症诊断与治疗中国专家共识(2015 版)[J]. *中华内科杂志*, 2016, 55(1):9-29.

[22] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南(2018 年修订版)[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(14):1060-1087.

[23] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组. 急性肺栓塞诊断与治疗中国专家共识(2019 版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2020, 43(2):86-98.

[24] 王辰, 陈晓平, 陈韵岱, 等. 中国肺血栓栓塞症预防与治疗指南(2015 年修订版)[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(34):2737-2746.

(收稿日期:2024-10-26 修回日期:2025-02-23)